


# EDICT OF GOVERNMENT



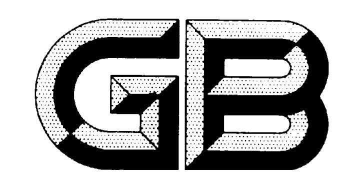
GB 567-4 (2011) (Chinese): Bursting disc safety devices Part 4 : Type test



BLANK PAGE



ICS 13.240
J 74



# 中华人民共和国国家标准

GB 567.4—XXXX

# 爆破片安全装置
# 第4部分：型式试验

Bursting disc safety devices－Part 4 : Type test

（报批稿）

××××-××-××发布　　××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

# 目　　次

# 前　　言

本部分的附录A和附录B为推荐性的，其余均为强制性的。

GB 567《爆破片安全装置》分为4个部分：

—— 第1部分：基本要求；

—— 第2部分：应用、选择与安装；

—— 第3部分：分类及安装尺寸；

—— 第4部分：型式试验。

本部分为GB 567的第4部分。

本部分的制定参照ISO 4126.2—2003《防止超压的安全装置 第2部分：爆破片安全装置》和ASME PTC25：2001《压力释放装置 性能试验规范》标准中的相关规定。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）提出。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）归口。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会移动式压力容器分技术委员会（SAC/TC262/SC4）组织起草。

本部分主要起草单位：沈阳市特种设备检测研究院、上海市气体工业协会、中国特种设备检测研究院、上海华谊集团工程装备有限公司、国家质检总局特种设备安全监察局、沈阳航天新光安全系统有限公司、大连理工安全装备有限公司、成都成航工业安全系统有限责任公司、上海华理安全装备有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院。

本部分主要起草人：张志毅、许子平、宋绪鲜、周伟明、寿比南、高继轩、陈朝晖、刘铎、韩风娟、李岳、向栋良、杨秀霞、王正刚、徐维普、魏勇彪。

本部分于××××年××月首次发布。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

# 爆破片安全装置　第4部分：型式试验

## 1　范围

1.1　本部分规定了爆破片安全装置型式试验的爆破试验、泄放量试验、疲劳试验及流阻试验的试验原理与方法、试验装置和仪表、试验条件与试验准备、试验规则、试验步骤、试验数据处理和试验测量结果不确定度的计算等技术要求。

1.2　本部分适用于下列爆破片安全装置：

——本部分适用于压力容器、压力管道或其他密闭承压设备（以下简称承压设备）为防止超压或出现过度真空而使用的爆破片安全装置；

——本部分适用的爆破片安全装置中爆破片的爆破压力不大于500MPa，且不小于0.001MPa。

1.3　本部分不适用于下列爆破片安全装置：

——操作过程中可能产生压力剧增，反应速度到达爆轰时的承压设备1）。

——国防军事装备有特殊要求的爆破片安全装置。

注：爆轰：物质的燃烧速度极快，达到1 000m/s以上时，产生与通常的燃爆根本不同的现象，该现象称为爆轰。

## 2　规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 567.1　爆破片安全装置 第1部分：基本要求

GB 567.2　爆破片安全装置 第2部分：应用、选择与安装

GB 567.3　爆破片安全装置 第3部分：分类及安装尺寸

GB/T 2624　流量测量节流装置用孔板、喷嘴和文丘里管测量充满圆管的流体流量

GB/T 21188　用临界流文丘里喷嘴测量气体流量

JJF 1059—1999　测量不确定度评定与表示

## 3　术语和定义

GB 567.1～GB 567.3 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

爆破试验　burst pressure testing

验证爆破片安全装置操作性能，确定其在指定温度下爆破压力的试验。

3.2

泄放量试验　flow capacity testing

确定爆破片安全装置操作特性，测定其在相应压力下泄放能力的试验。

3.3

理论泄放量　theoretical relieving(discharge) capacity

按爆破片安全装置净流通面积的理想喷管的计算泄放量，以单位时间质量或容积表示。

3.4

实测泄放量　measured relieving(discharge) capacity

在泄放压力下测量的爆破片安全装置泄放量，以单位时间内的泄放质量或容积表示。

3.5

泄放系数　coefficient of discharge

实测泄放量与理论泄放量的比值。

3.6

流阻系数　flow resistance factor

流体通过爆破片安全装置所损失的速度头（速度平方除以重力加速度的二分之一）表示的无量纲项。

## 4　爆破试验

### 4.1　一般要求

爆破试验应在专用的爆破试验装置上完成，也可在泄放量试验或流阻试验的试验装置上，与泄放量或流阻试验同时完成。

### 4.2　试验原理与方法

4.2.1　爆破片安全装置应安装在爆破试验装置上，且试验装置的容积应满足试验要求。

4.2.2　以规定的升压速度提高爆破试验装置内试验介质的压力，直至爆破片发生破裂，并记录爆破片破裂瞬间试验装置内的压力。

4.2.3　试验介质为气体的爆破片爆破试验装置的原理见图1。

4.2.4　试验介质为液体的爆破片爆破试验装置的原理见图2。

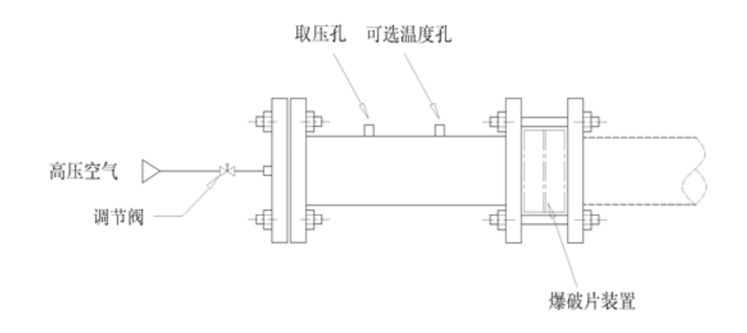



图1　使用气体介质的爆破片爆破试验装置示意图

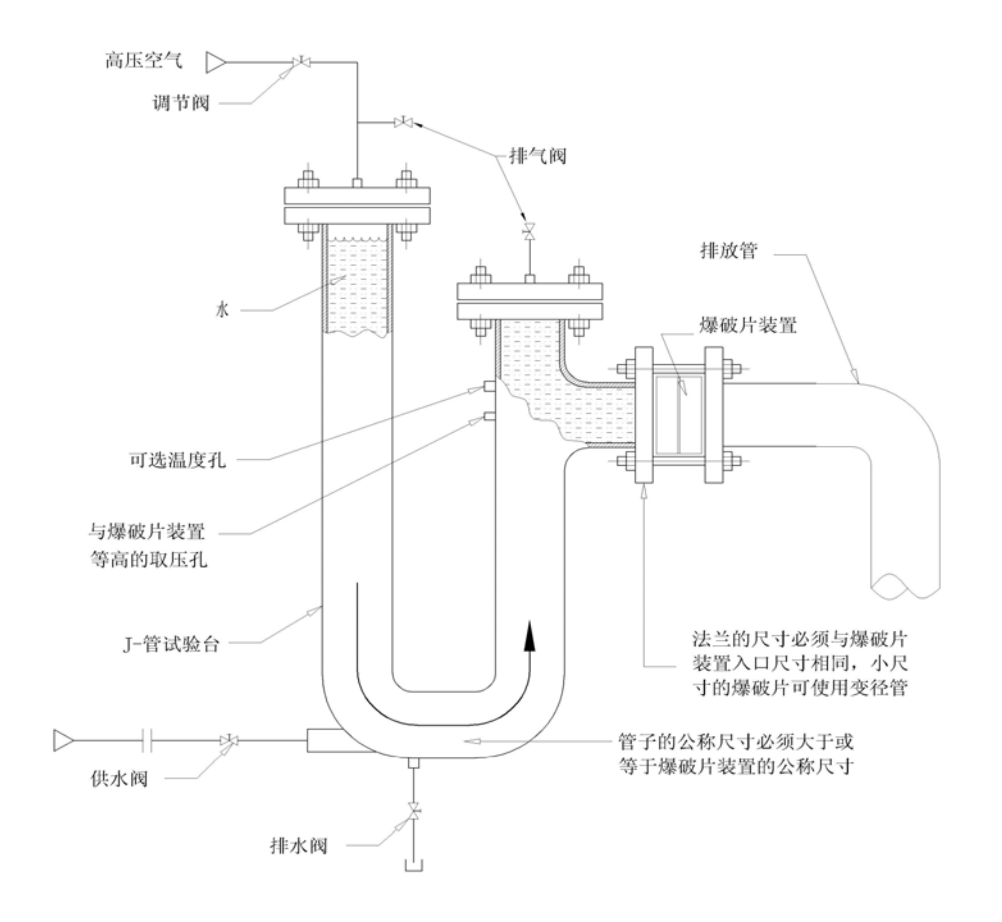



图 2 使用液体介质的爆破片爆破试验装置示意图

4.3 试验装置和仪表

4.3.1 试验装置

爆破试验装置应满足如下要求：

a) 爆破试验装置试验段的公称管径应不小于爆破片安全装置的公称直径，且容积应足够大，以保证爆破片的破开形状；
b) 爆破试验装置与爆破片安全装置的连接应牢固、可靠，并应使夹持器受力均匀；
c) 爆破片安全装置的通径与试验装置管道不匹配时，可选用图3所示的变径管连接，变径管的内部轮廓应尽可能光滑圆角过度，过度圆角半径应满足图3中的相应要求。变径管的内径不应超过试验容器接口的内径；
d) 爆破试验装置的试验压力应有可靠的控制方法，能够精确测量试验的静压力。最低升压速度应能稳定的控制在不大于0.001MPa/s；
e) 爆破试验装置温度应可调整，并应有测量爆破片表面温度的可靠方法和相应的仪器仪表；
f) 爆破试验装置应设置适当可靠的安全防护设施。

4.3.2 温度测量

应采用热电偶、热电阻或其它可以准确测量爆破片温度的方法进行爆破片的试验温度测量。温度测量仪表的分辨率应不低于 0.5℃。进行校准时应包括全部引线及变送器或仪表。

4.3.3 压力测量

压力测量的测压点应尽可能接近受试爆破片，并应采用精度等级不低于 0.4 级，量程为所测试压力值的 1.5～3 倍的压力表或压力变送器。

## 4.4 试验条件与试验准备

### 4.4.1 试验介质

试验介质一般应使用压缩空气、水或液压油，对高压或高温条件下的试验介质应使用氮气、液压油或高温导热油。

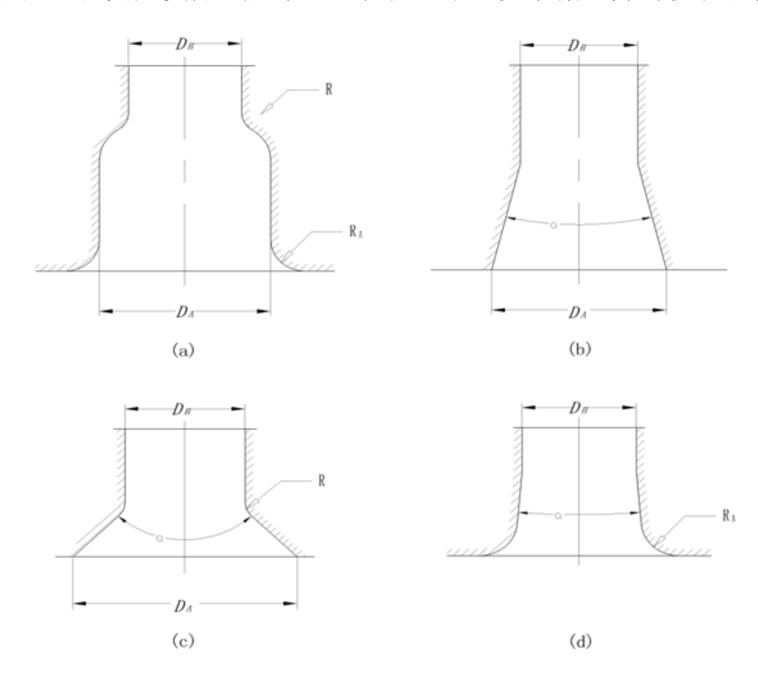
### 4.4.2 试验准备

试验准备工作应满足如下要求：

a) 检查爆破试验装置，确认各项功能正常。测量仪表、传感器精度和量程与试验片的参数相符；

b) 进行预备性试验，确保爆破试验装置能够达到试验要求，并使操作人员完全了解本次试验的具体细节；

c) 预备性试验应包括完成实际试验中全过程及记录必要数据，并对仪表和传感器进行校准。




图(a) ：若 $D_B \geq 0.75D_A$，则$R_A \geq 0.25D_A$，若 $D_B < 0.75D_A$，则$R \geq 0.25D_A$；

图(b) ：若 $\alpha \leq 30°$且$D_B < 0.75D_A$，则将所有锐边倒钝边；

图(c) ：若 $\alpha > 30°$且$D_B < 0.75D_A$，则$R \geq 0.25D_A$；

图(d) ：若 $\alpha \leq 30°$且$D_B \geq 0.75D_A$，则$R_A \geq 0.25D_A$。

**图 3 爆破试验装置与爆破片安全装置连接变径管内部轮廓的示意图**

## 4.5 数据处理

4.5.1 爆破片的实际爆破压力与其标定爆破压力的误差在产品标准的允许范围内，爆破试验结果为合格。同一组试验片进行 3 片爆破试验且均合格，则本组所代表的某型号的爆破片爆破试验结果为合格。若 3 片均不合格，则本组所代表的某型号的爆破片爆破试验结果为不合格。

4.5.2 爆破片的型式试验除因操作或非爆破片原因造成试验结果误差外，不可增加试验片数量。

## 4.6 复验

4.6.1 爆破试验片的试验结论未全部合格时，允许在同产品中再抽取 6 片进行复验。

4.6.2 复验的爆破试验结果均在标准允许的范围内，则爆破试验片代表的某型号爆破片产品爆破试验结论合格。

4.6.3 若有一片的结论仍不合格，则爆破试验片代表的某型号爆破片产品爆破试验结论为不合格。

## 4.7 试验记录和试验报告

4.7.1　试验记录的内容要求参见附录A。

4.7.2　试验报告的内容要求参见附录B。

## 5　泄放量试验

### 5.1　一般要求

泄放量试验应在专用的泄放量试验装置上与爆破试验同时完成，也可在完成爆破试验后，再对爆破片安全装置进行泄放量试验。

### 5.2　试验原理与方法

在一个装有流量计或介质收集及计重装置的专用试验装置上，安装爆破片安全装置，以规定的试验压力排放试验介质至压力和流速稳定，记录一段时间内的介质压力、温度、流量等参数。通过这些参数计算获得该爆破片安全装置的实际泄放量。试验装置的原理见图4。

### 5.3　试验装置和仪表

5.3.1　试验装置

泄放量试验装置应有足够大的容积，能够维持在泄放状态下压力的稳定，以准确的测量试验介质的泄放流量。

5.3.2　大气压测量

应使用气压计或绝压传感器测量大气压。在进行包含泄放量的计算时，若排放压力不小于0.15MPa 时，可用试验当地的平均大气压进行计算。

5.3.3　压力测量

采用精度等级不低于 0.4 级，量程为所测试压力值的 1.5～3 倍的压力表或压力变送器。

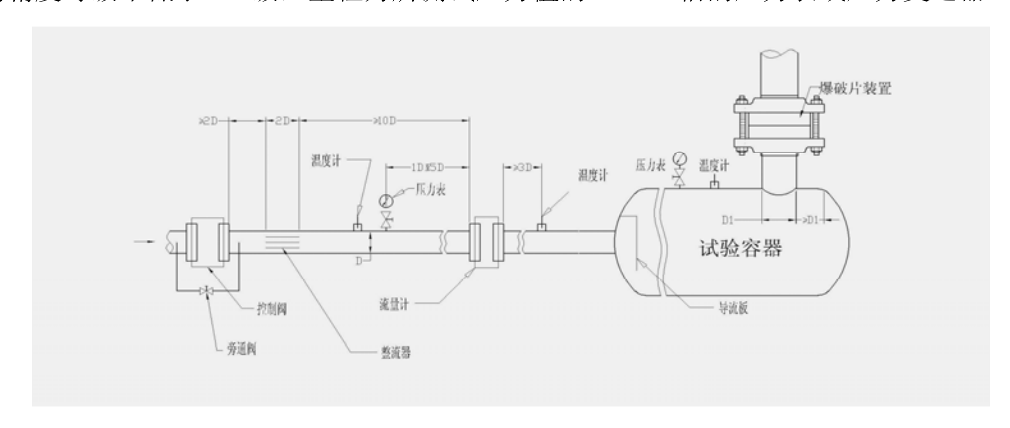



图 4　泄放量试验装置示意图

5.3.4　质量测量

采用称量泄放介质的质量方法进行泄放量试验时，秤或称重传感器的最小刻度或分辨率应不大于预期载荷的 0.25%。

5.3.5　流量测量

流量测量应满足下列要求：

a) 推荐的流量测试方法有符合 GB/T 2624 要求的亚音速流量测量节流装置和符合 GB/T 21188 要求的临界流文丘里喷嘴以及排放介质的质量称量法；
b) 流量测量的一次测试元件应安装在测试装置介质进口侧，孔板孔径与管道内径比应在 0.2 至 0.7 之间。并保证一次测试元件的前后有足够长的直管段；
c) 当差压计有较大脉动时，应找出原因并消除。将脉动值控制在被测压差的 2%以下，不允许通过测试仪表来解决测试值的脉动。

5.4 试验条件与试验准备

5.4.1 试验介质

泄放量试验的介质宜使用压缩空气或水，尽可能进行常温试验。

5.4.2 试验准备

试验准备工作应满足如下要求：

a) 检查试验装置，确认各功能正常。测量仪表、传感器精度和量程与试验片的参数相符；
b) 进行预备性试验，确保试验装置能够达到试验要求，并使操作人员掌握试验步骤。预备性试验应包括完成实际试验中全过程及记录必要数据，并对仪表和传感器进行校准。

5.5 试验规则

5.5.1 抽样

试验用爆破片的抽样应在批量生产的同批次产品中随机选取，数量为 4 片，可与爆破试验使用同组试验用片，但应保证爆破片爆破后形状符合要求。

5.5.2 试验数量

从抽样的爆破片安全装置中随机选择3片进行泄放量试验。

5.5.3 试验步骤

试验步骤如下：

a) 按试验片设计要求的预紧力将爆破片安全装置安装于试验装置上；
b) 缓慢升高试验压力，观察压力表指示的压力及与压力记录装置显示的数据的一致性。已完成爆破试验的爆破片，可直接升压至爆破压力；
c) 保持稳定的泄放状态，按预定的时间记录流量计的相关数据或泄放介质的质量数据，并记录试验压力、介质温度等参数。

5.6 数据处理

5.6.1 分别进行 3 片爆破片的泄放量试验，计算泄放量的平均值。若每只爆破片的泄放量与平均值之差在 5%以内，则这个平均值作为此型号爆破片的实测泄放量。

5.6.2 液体试验介质质量称量法

a) 实测试验介质质量流量按式（1）计算；

$$q_m = \frac{W}{t} + W_{vl} \quad\cdots\cdots（1）$$

b) 折算为水在标准状态下的质量流量按式（2）计算；

$$q_h = q_m \times \sqrt{\frac{\rho_{ref}}{\rho_{act}}} \quad\cdots\cdots（2）$$

c) 标准状态下的体积流量按式（3）计算。

$$q_v = \frac{q_h}{\rho_{ref}} \quad\cdots\cdots（3）$$

式中：

$t$ ——试验用时间，单位为秒（s）；

$W$ ——试验介质的质量，单位为千克（kg）；

$W_{vl}$ ——试验介质的泄漏率，单位为千克每秒（kg/s）；

$\rho$ ——流量计进口试验介质的密度，单位为千克每立方米（kg/m$^3$）；

$\rho_{act}$——进口状态下水的密度，单位为千克每立方米（kg/m$^3$）；
$\rho_{ref}$——标准状态下水的密度，单位为千克每立方米（kg/m$^3$）；
$q_m$——实测试验介质质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_h$——换算到标准状态的水的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_v$——标准状态下的体积流量，单位为立方米每秒（m$^3$/s）。

5.6.3 液体试验介质亚音速流量计法

a) 试验介质质量流量按式（4）计算：

$$q_l = \frac{\pi}{4} d^2 \frac{C_l}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{2\Delta P \times \rho} \quad \cdots\cdots (4)$$

b) 节流孔或喉部雷诺数按式（5）计算：

$$R_e = \frac{4q_l}{\pi d \mu} \quad \cdots\cdots (5)$$

c) 试验介质质量流量按式（6）计算：

$$q_m = q_l \frac{C}{C_l} \quad \cdots\cdots (6)$$

d) 折算为水在标准状态下的流量按式（7）计算：

$$q_h = q_m \times \sqrt{\frac{\rho_{ref}}{\rho_{act}}} \quad \cdots\cdots (7)$$

e) 标准状态下的体积流量按式（8）计算。

$$q_v = \frac{q_h}{\rho_{ref}} \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：
$d$——流量计节流孔口或喉部直径，单位为米（m）；
$D$——流量计接管内直径，单位为米（m）；
$\beta$——直径比，$\beta = d/D$；
$C_l$——试算流出系数；
$C$——流出系数；
$\Delta P$——流量计差压，单位为帕（Pa）；
$R_e$——节流孔口或喉部的雷诺数；
$\mu$——流体的动力粘度，单位为帕秒（Pa·s）；
$\rho$——进口状态下试验介质的密度，单位为公斤每立方米（kg/m$^3$）；
$\rho_{act}$——进口状态下水的密度，单位为千克每立方米（kg/m$^3$）；
$\rho_{ref}$——标准状态下水的密度，单位为千克每立方米（kg/m$^3$）；
$q_l$——试算试验介质的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_m$——实测试验介质质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_h$——换算到标准状态水的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_v$——标准状态下的体积流量，单位为立方米每秒（m$^3$/s）。

5.6.4 气体试验介质亚音速流量计法

a) 试验介质质量流量按式（9）计算；

$$q_l = \frac{\pi}{4} d^2 \varepsilon \frac{C_l}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{2\Delta P \times \rho} \quad \cdots\cdots（9）$$

b) 节流孔或喉部雷诺数按式（10）计算；

$$R_e = \frac{4q_l}{\pi d \mu} \quad \cdots\cdots（10）$$

c) 试验介质质量流量按式（11）计算；

$$q_m = q_l \frac{C}{C_l} \quad \cdots\cdots（11）$$

d) 折算为干空气在标准状态下的密度按式（12）计算；

$$\rho_B = S_g \cdot \rho_s \frac{P_f}{101325} \quad \cdots\cdots（12）$$

e) 标准状态下的体积流量按式（13）计算。

$$q_v = \frac{q_m}{\rho_B} \quad \cdots\cdots（13）$$

式中：

$d$——流量计节流孔口或喉部直径，单位为米（m）；
$D$——流量计接管内直径，单位为米（m）；
$\beta$——直径比，$\beta = d/D$；
$C_l$——试算流出系数；
$C$——流量出数；
$\varepsilon$——可膨胀性系数；
$\Delta P$——流量计差压，单位为帕（Pa ）；
$P_f$——爆破片的泄放压力，单位为帕（Pa）；
$R_e$——节流孔口或喉部的雷诺数；
$\mu$——流体的动力粘度，单位为帕秒（Pa·s）；
$\rho$——进口状态下试验介质的密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；
$\rho_B$——标准状态下干空气的密度， 单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；
$\rho_s$——标准状态下试验介质的密度，，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；

$q_l$——试算试验介质的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_m$——实测试验介质质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_v$——标准状态下的体积流量，单位为立方米每秒（$m^3/s$）；
$S_g$——试验介质比重。

5.6.5　气体试验介质临界流文丘里喷嘴法

a)　试验介质质量流量按式（14）计算；

$$q_m = \frac{A_{nt} C_{d'} C_* P_o}{\sqrt{\frac{R}{M} T_o}} \quad \cdots\cdots (14)$$

b)　折算为干空气在标准状态下的密度按式（15）计算；

$$\rho_B = S_g \cdot \rho_s \frac{P_f}{101325} \quad \cdots\cdots (15)$$

c)　标准状态下的体积流量按式（16）计算。

$$q_v = \frac{q_m}{\rho_B} \quad \cdots\cdots (16)$$

式中：
$A_{nt}$——文丘里喷嘴喉部的横截面积，单位为平方米（$m^2$）；
$C_{d'}$——流量出数；
$C_*$——实际气体一维流的临界流函数；
$P_o$——喷嘴入口处气体的绝对滞止压力，单位为帕（Pa）；
$T_o$——喷嘴入口处气体的绝对滞止温度，单位为开尔文（K）；
$R$——通用气体常数，单位为焦耳每摩尔每开尔文（kJ/kmol·K）；
$M$——气体摩尔质量，单位为千克每摩尔（kg/kmol）；
$P_f$——爆破片的泄放压力，单位为帕（Pa）；
$\rho_B$——标准状态下干空气的密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；
$\rho_s$——标准状态下试验介质的密度，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）；
$q_m$——实测试验介质质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；
$q_v$——标准状态下的体积流量，单位为立方米每秒（$m^3/s$）；
$S_g$——试验介质比重。

**5.7　试验记录和试验报告**

5.7.1　试验记录的内容要求参见附录A。

5.7.2　试验报告的内容要求参见附录B。

# 6　疲劳试验

## 6.1　试验原理与方法

在一个可按规定要求频繁升、降压的试验装置或专用疲劳试验装置上，安装爆破片安全装置，以规定的试验压力变化幅度及频率进行升、降的循环试验。经规定的循环次数后，再考核爆破片的爆破性能（疲劳性能考核法），或经规定循环次数后爆破片有否出现破裂或渗漏等现象（疲劳极限考核法）。

## 6.2　试验装置和仪表

6.2.1　试验装置

试验装置应满足如下要求：

a)　疲劳试验装置可以是专用的疲劳试验装置，也可以利用能达到疲劳试验效果的压力试验设备；

b)　试验装置的试验频率必须在规定范围内可调，试验压力的幅度必须能精确控制。试验压力-时间曲线波形要近似正弦波或锯齿波。

6.2.2　压力测量

采用精度等级不低于 1.6 级，量程为所测试压力值的 1.5～3 倍的压力表或压力变送器。

6.2.3　温度测量

温度测量应满足如下要求：

a)　采用热电偶、热电阻或其它可以准确测量温度的方法，直接测量试验介质的温度；

b)　采用温度反应较快的测温元件，以便及时反应试验介质的温度变化情况；

c)　温度测量仪表的分辨率应不低于 0.5℃；

d)　温度测量仪表校准时应包括全部引线及变送器或仪表。

## 6.3　试验条件与试验准备

6.3.1　试验介质

疲劳试验的介质一般宜使用压缩空气、水或油，且尽可能进行常温试验。

## 6.4　试验准备

试验准备工作应满足如下要求：

a)　检查试验装置，确认各功能正常。测量仪表、传感器精度和量程与试验片的参数相符；

b)　进行预备性试验，确保试验装置能够达到试验要求，并使试验人员掌握试验步骤；

c)　预备性试验应包括完成实际试验中全过程及记录必要数据，并对仪表和传感器进行校准。

## 6.5　试验规则

6.5.1　抽样

试验用爆破片的抽样应在批量生产的同批次产品中随机选取，数量为 4 片。试验用片可用于泄放量试验或流阻系数试验，但应保证爆破片的爆破后形状符合要求。

6.5.2　试验数量

从抽样的爆破片安全装置中随机选择3片进行疲劳试验。

## 6.6　试验步骤

试验步骤如下：

a)　按试验片设计要求的预紧力将爆破片安全装置安装于试验装置上；

b)　调整试验装置的试验压力上限为爆破片的最大爆破压力，下限为不大于爆破片最大爆破压力的 10%。且在试验压力上、下限时设置适当的保压时间。试验频率不大于每分钟 10 次。试验波形一般为正弦波或锯齿波；

c) 保证试验频率和幅度的稳定一致，监视试验介质温度，若试验介质温度达到限定温度值应进行冷却或停机降温处理；

d) 记录压力、频率、温度、时间等相关数据。达到要求的疲劳次数后，小心卸下爆破片安全装置；

e) 进行疲劳性能试验的爆破片安全装置的疲劳次数为不小于其在正常使用过程中可能受到的最大应力交变次数或被保护承压设备设计单位提出的疲劳循环次数；

f) 进行疲劳极限试验的爆破片安全装置的疲劳次数为被保护承压设备设计单位提出的极限疲劳循环次数。

6.7 数据处理

6.7.1 进行疲劳性能试验的爆破片安全装置，疲劳试验完成后再进行爆破试验。若所有受试爆破片安全装置的爆破压力值均未超出爆破压力的允差范围，则疲劳性能试验结论为合格。

6.7.2 进行疲劳极限试验的爆破片安全装置，达到疲劳次数后，所有受试爆破片安全装置未出现破裂或渗漏现象，疲劳极限试验结论为合格。

6.8 试验记录和试验报告

6.8.1 试验记录的内容要求参见附录A。

6.8.2 试验报告的内容要求参见附录B。

## 7 流阻试验

7.1 一般要求

流阻试验应在专用的流阻试验装置上与爆破试验同时完成，也可在完成爆破试验后的爆破片安全装置进行流阻试验。

7.1 试验原理与方法

7.1.1 在一个装有精度较高的流量测试装置的系统中，通过测量试验介质的流量和固定的试验管路的压力变化计算出该试验管路的流阻系数。

7.1.2 在试验管路中安装受试的爆破片安全装置后，通过上述方法所测得的流阻系数的变化值，即为该爆破片安全装置的流阻系数。试验装置的原理见图5。

7.2 试验装置和仪表

7.2.1 试验装置

试验装置应满足下列要求：

a) 流阻测试装置应满足试验所要求的压力和容积，以保证试验数据的可靠性、完整性。试验容器直径至少为试验片通径的10倍；

b) 受试的爆破片安全装置与试验装置的管路公称尺寸应相同，且在取压口A与B、B与C、C与D间使用差压计或差压传感器。流量测量的一次元件应为孔板、喷嘴、文丘里管或临界流文丘里喷嘴。

7.2.2 压力测量

压力测量应满足下列要求：

a) 试验系数中所有压力表或压力变送器的精度等级应不低于 0.1 级，且测试压力值为其量程的1/3～2/3；

b) 被测的表压或压差低于 0.02MPa 时可采用液体测压计。

7.2.3 温度测量

温度测量应满足下列要求：

a) 采用热电偶、热电阻或其它可以准确测量温度的方法；
b) 温度测量仪表的分辨率应不低于 0.1℃；
c) 温度测量仪表校准时热电偶应包括全部引线及变送器或仪表。

7.2.4 流量测量

流量测量应采用下列方法进行流阻试验中的流量测量：

a) 符合 GB/T 2624 要求的亚音速流量测量节流装置；
b) 符合 GB/T 21188 要求的临界流文丘里喷嘴。

## 7.3 试验条件与试验准备

7.3.1 试验介质

流阻试验的介质宜使用压缩空气。

7.3.2 试验准备

试验准备工作应满足下列要求：

a) 检查试验装置，确认各仪器仪表功能正常；
b) 测量仪表、传感器精度和量程应与试验片的参数相符；
c) 进行预备性试验，确保试验装置能够达到试验要求，并使试验人员掌握试验步骤；
d) 预备性试验应包括完成实际试验中全过程及记录必要数据，并对仪表和传感器进行校准。

7.3.3 变径管的使用

当爆破片的通径与试验装置管道不匹配时，可选用图 3 所示的变径管并按下列要求完成流阻试验：

a) 将变径管安装于流阻试验装置，进行试验状态流量的流阻试验，且进行三次求得变径管的平均流阻系数；
b) 将变径管与爆破片组合安装于流阻试验装置上，按 7.5 的要求完成流阻试验；
c) 将测试及计算所得的受试件流阻减去变径管的平均流阻系数，得到爆破片的流阻系数。

## 7.4 试验规则

7.4.1 抽样

抽样规则如下：

a) 试验用爆破片的抽样应在批量生产的同批次产品中随机选取，数量为 4 片；
b) 试验用爆破片可采用已完成爆破试验或泄放量试验的试验用片，但应保证爆破片爆破后形状符合要求；
c) 当受试的爆破片安全装置适用于不可压缩流体的爆破片，则应在图 2 的试验装置上完成爆破试验后进行流阻试验。

7.4.2 试验数量

从抽样的爆破片安全装置中随机选择3片进行流阻试验。

## 7.5 试验步骤

7.5.1 爆破片安全装置应安装于试验装置的测试管路上，安装时注意爆破片的入口与出口中心线与试验管路的同轴度应满足表 1 的要求。当安装已完成爆破试验的爆破片时，应不影响或改变其爆破后的状态。

**表 1 爆破片入口与出口中心线与试验路同心度允许偏差** mm

| 管子公称直径 | 同轴度允许偏差 |
|---|---|
| $D_N$ 15～$D_N$ 25 | 0.8 |

| | |
|---|---|
| $D_N$ 30～$D_N$ 150 | 1.6 |
| ≥$D_N$ 200 | 公称直径的 1% |

7.5.2　亚音速流量测量节流装置的流量测量法的程序

7.5.2.1　升高取压口 B 处的压力，若未进行爆破试验的爆破片，在压力达到标定爆破压力的 90%以后，升压速度应控制在不大于 3kPa/s。直至爆破片爆破。

7.5.2.2　建立并保持不大于爆破片标定爆破压力的压力值，直到流量仪表的示值达到稳定状态。

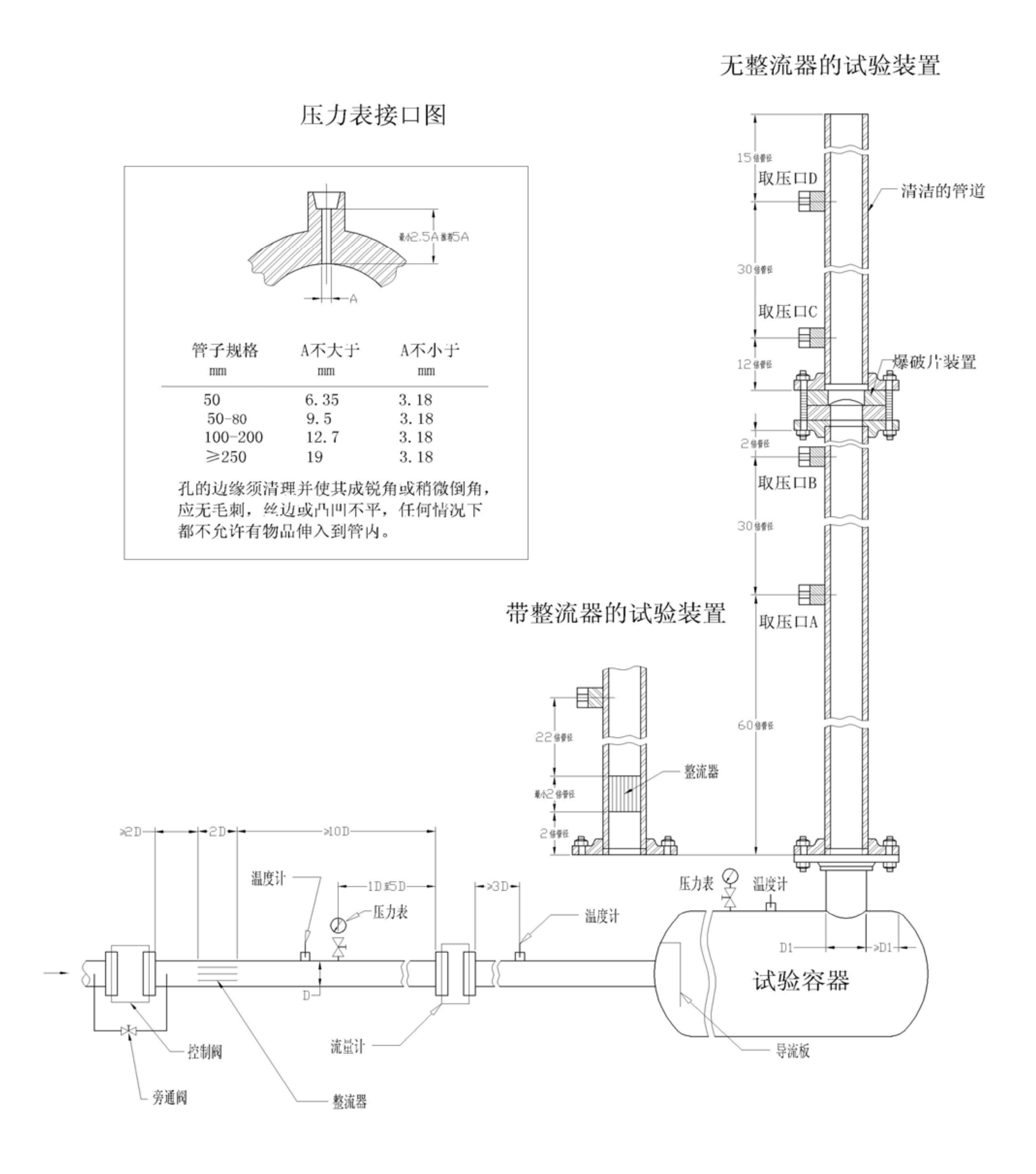



图 5　爆破片安全装置流阻试验装置示意图

7.5.2.3 同时应采用数据采集系统记录下列数据：

a) 试验容器内介质的压力；
b) 试验容器内介质的温度；
c) 流量计进口静压力；
d) 流量计进口温度；
e) 流量计差压力；
f) 取压口 B 处压力；
g) 取压口 A-B 间差压力；
h) 取压口 B-C 间的差压力；
i) 取压口 C-D 间的差压力。

7.5.3 临界流文丘里喷嘴的流量测量法的程序

7.5.3.1 升高取压口 B 处的压力，若未进行爆破试验的爆破片，在压力达到标定爆破压力的 90%以后，升压速度应控制在不大于 3kPa/s。直至爆破片爆破。

7.5.3.2 建立并保持不大于爆破片标定爆破压力的压力值，直到流量仪表的示值达到稳定状态。

7.5.3.3 同时应采用数据采集系统记录下列数据：

a） 试验容器内的介质压力；
b） 试验容器内的介质温度；
c） 流量计进口总压力（滞止压力）；
d） 流量计进口总温度（滞止温度）；
e） 取压口 B 处压力；
f） 取压口 A-B 间差压力；
g） 取压口 B-C 间的差压力；
h） 取压口 C-D 间的差压力。

7.6 数据处理

7.6.1 流阻系数计算

a） 单位面积质量流量按式（17）计算；

$$G=\frac{4q_m}{\pi\times D^2} \qquad \text{（17）}$$

b） 管道入口处马赫数按式（18）计算；

$$M_1=\frac{G}{P_B}\sqrt{\frac{R\times T_B}{k\times M}Y_1^{\frac{k+1}{k-1}}} \qquad \text{（18）}$$

c） 管道入口处的膨胀系数按式（19）计算；

$$Y_1=1+\frac{(k-1)\times M_1^2}{2} \qquad \text{（19）}$$

d） 管道入口处压力按式（20）计算；

$$P_1 = P_B\left(\frac{2}{2+(k-1)\times M_1^2}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（20）$$

e） 管道入口处温度按式（21）计算；

$$T_1 = T_B\times\left(\frac{P_1}{P_B}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（21）$$

f） 在取压口处的温度按式（22）计算；

$$T_{tap} = \frac{T_1\times P_{tap}^2}{(k-1)\times M_1^2\times P_1^2}\left(-1+\sqrt{1+(k-1)\times M_1^2\times\left(\frac{P_1}{P_{tap}}\right)^2\times\left(2+(k-1)\times M_1^2\right)}\right)\cdots\cdots\cdots（22）$$

g） 在取压口处的音速按式（23）计算；

$$C_{tap} = \sqrt{\frac{R\times k\times T_{tap}}{M}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（23）$$

h） 在取压口处的比容按式（24）计算；

$$v_{tap} = \frac{R\times T_{tap}}{M\times P_{tap}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（24）$$

i） 在取压口处的马赫数按式（25）计算：

$$M_{tap} = \frac{G\times v_{tap}}{C_{tap}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（25）$$

j） 取压口处的膨胀系数按式（26）计算；

$$Y_{tap} = 1+\frac{(k-1)\times(M_{tap})^2}{2} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（26）$$

k） 至取压口的总阻力系数按式（27）计算；

$$K_{tap} = \frac{1}{k}\left(\frac{1}{M_1^2}-\frac{1}{M_{tap}^2}-\frac{k+1}{2}\ln\frac{M_{tap}^2\times Y}{M_1^2\times Y_{tap}}\right)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（27）$$

l） 重复进行 f）至 k）计算管道入口至每一取压口 A、B、C 和 D 的阻力系数。对每一取压口

计算（22）至（27）式；

m） 取压口 A 和 B 间的阻力系数按式（28）计算；

$$K_{A-B}=K_B-K_A \qquad (28)$$

n） 取压口 B 和 C 间的阻力系数按式（29）计算：

$$K_{B-C}=K_C-K_B \qquad (29)$$

o） 取压口 C 和 D 间的阻力系数按式（30）计算；

$$K_{C-D}=K_D-K_C \qquad (30)$$

p） 摩擦系数按式（31）计算；

$$f=\frac{K_{A-B}\times D}{4\times L_{A-B}} \qquad (31)$$

q） 雷诺数按式（32）计算；

$$\mathrm{R}_e=\frac{D\times G}{\mu} \qquad (32)$$

r） 管道粗糙度按式（33）计算；

$$E=3700\times D\times\left(10^{\frac{-1}{4\times\sqrt{f}}}-\frac{1.256}{R_e\times\sqrt{f}}\right) \qquad (33)$$

s） 取压口 B 和 C 间管子的阻力系数按式（34）计算；

$$K_{pipeB-C}=\frac{4\times f\times L_{B-C}}{D} \qquad (34)$$

t） 受试爆破片的阻力系数按式（35）计算：

$$K_{Ri}=K_{B-C}-K_{pipeB-C} \qquad (35)$$

式中：

$M$——气体的摩尔质量，单位为千克每摩尔（kg/kmol）；

$k$——比热比；

$q_m$——测量的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；

$P_B$——基点绝对压力，单位为帕（Pa）；

$T_B$——基点绝对温度，单位为开尔文（K）；

$D$——试验管路内径，单位为米（m）；

$L_{A-B}$——取压口 A 和 B 间的管道长度，单位为米（m）；
$L_{B-C}$——取压口 B 和 C 间的管道长度，单位为米（m）；
$L_{C-D}$——取压口 C 和 D 间的管道长度，单位为米（m）；
$P_{tapA}$——取压口 A 处绝对压力，单位为帕（Pa）；
$P_{tapB}$——取压口 B 处绝对压力，单位为帕（Pa）；
$P_{tapC}$——取压口 C 处绝对压力，单位为帕（Pa）；
$P_{tapD}$——取压口 D 处绝对压力，单位为帕（Pa）；
$G$——单位面积质量流量，单位为千克每平方米每秒（$kg/m^2 \cdot s$）；
$M_1$——管道入口处马赫数；
$P_1$——管道入口处绝对压力，单位为帕（Pa）；
$T_1$——管道入口处绝对温度，单位为开尔文（K）；
$T_{tap}$——取压口处的绝对温度，单位为开尔文（K）；
$C_{tap}$——取压口处的音速，单位为米每秒（m/s）；
$v_{tap}$——取压口处的比容，单位为立方米每千克（$m^3/kg$）；
$M_{tap}$——取压口处的马赫数；
$Y_{tap}$——取压口处的膨胀系数；
$K_{tap}$——取压口的总阻力系数；
$K_{A-B}$——取压口 A 和 B 间的阻力系数；
$K_{B-C}$——取压口 B 和 C 间的阻力系数；
$K_{C-D}$——取压口 C 和 D 间的阻力系数；
$f$——摩擦系数；
$\mu$——空气在 $P_B$ 和 $T_B$ 条件下的粘度，单位为帕秒（$Pa \cdot s$）；
$R_e$——雷诺数；
$E$——管道粗糙度，单位为毫米（mm）；
$K_{pipeB-C}$——取压口 B 和 C 间管子的阻力系数；
$K_R$——受试爆破片的阻力系数。

7.6.2　试验结果

7.6.2.1　单一规格爆破片安全装置流阻系数

a）　在同一批中取3个爆破片进行流阻系数测试，分别得流阻系数$K_{R1}$、$K_{R2}$、$K_{R3}$；

b）　平均流阻系数按式（36）计算；

$$\overline{K_R} = \frac{K_{R1} + K_{R2} + K_{R3}}{3} \quad \cdots\cdots (36)$$

c）　平均偏差按式（37）计算：：

$$e_a = \frac{\left|K_{R1} - \overline{K_R}\right| + \left|K_{R2} - \overline{K_R}\right| + \left|K_{R3} - \overline{K_R}\right|}{3} \quad \cdots\cdots (37)$$

d）　单片的允许偏差按式（38）计算；

$$\left|K_{Ri}-\overline{K_R}\right| \le 3e_a \quad (38)$$

e） 若某一片的流阻系数计算的偏差值超出式（38）范围，将此片去除后按每去除1片则增加2片的方式进行再试验和计算。平均流阻系数和平均偏差分别按式（39）、（40）计算；

$$\overline{K_R}=\frac{1}{n}\left(K_{R1}+\cdots+K_{Rn}\right) \quad (39)$$

$$e_a=\frac{1}{n}\left(\left|K_{R1}-\overline{K_R}\right|+\cdots+\left|K_{Rn}-\overline{K_R}\right|\right) \quad (40)$$

f） 全部所测爆破片的流阻系数（不含已被去除的）满足公式（37）、（38）或（39）、（40）条件，则 $\overline{K_R}$ 为所测规格爆破片的流阻系数 $K_R$。

7.6.2.2 多规格爆破片安全装置流阻系数

对某一个型号即相同设计的爆破片安全装置分别进行3种以上规格的流阻系数测定，其计算所得的平均流阻系数即为该型号爆破片安全装置的流阻系数 $K_R$。

7.6.2.3 流阻系数验证计算

流阻试验结果应按下列要求进行试验校核：

a) 验证 $K_{C\text{-}D}$ 值与 $K_{A\text{-}B}$ 值的偏差，若其差大于 3%。则需查验爆破片的安装是否正确，并进行试验装置校准。验证不安装爆破片时 $K_{C\text{-}D}$ 值与 $K_{A\text{-}B}$ 值的差是否在 3%之内，若其差小于 3%，则可能是由于爆破片引起的空气扰动影响取压口 C 处压力的读取。此时可用流阻系数 $K_{B\text{-}D}=K_D-K_B$ 和管道长度 $L_{B\text{-}D}=L_D-L_B$ 代替 $K_{C\text{-}D}$ 和 $L_{C\text{-}D}$ 进行爆破片流阻系数的计算；

b) 按公式（33）计算试验管路的粗糙度是否在 0.046mm～0.002mm 范围内。

7.7 试验记录和试验报告

7.7.1 试验记录的内容要求参见附录A。

7.7.2 试验报告的内容要求参见附录 B。

## 8 测量结果的不确定度

### 8.1 一般要求

型式试验报告应计算其测量结果的不确定度，并出具不确定度报告。

### 8.2 流量测量的不确定度计算

8.2.1 质量流量按下式计算。

$$q_m=A_{nt}C_{d'}C_*P_o\sqrt{\frac{M}{RT_o}} \quad (41)$$

8.2.2 以式（41）为数学模型，实际应用中认为该数学模型为线性，各输入量相互独立。则质量流量的相对标准不确定度为：

$$u_{crel}\left(q_m\right)=\left[u_{rel}^2\left(A_m\right)+u_{rel}^2\left(C_{d'}\right)+u_{rel}^2\left(C_*\right)+u_{rel}^2\left(P_0\right)+u_{rel}^2\left(M\right)+u_{rel}^2\left(T_0\right)\right]^{\frac{1}{2}} \quad (42)$$

式中：

$u_{rel}\left(A_m\right)$，$u_{rel}\left(C_{d'}\right)$，$u_{rel}\left(C_*\right)$，$u_{rel}\left(P_0\right)$，$u_{rel}\left(M\right)$，$u_{rel}\left(T_0\right)$——各输入量的相对不确定度。

8.2.3 质量流量相对扩展不确定度为：

$$U_{crel}\left(q_m\right)=k\cdot u_{crel}\left(q_m\right) \quad (43)$$

式中：

$k$——包含因子，取 $k=2$。

8.3　流阻系数的不确定度计算

8.3.1　流阻系数的基本计算公式为：

$$K_R = K_{B-C} - K_{pipeB-C} = \frac{1}{2}\left(K_A + 2K_C - 3K_B\right) \text{……………（44）}$$

略去式中的高阶项并减化得流阻系数计算的近似公式为：

$$K_R \approx \frac{D^4 P_B T_0 \left(3P_{tapB} - 2P_{tapC} - P_{tapA}\right)}{d^4 C_{d'}^2 C_*^2 P_0^2 T_B \left(2 + (k-1) M_1^2\right)^{\frac{1}{k-1}}} \text{………………………（45）}$$

8.3.2　以式（46）为数学模型，实际应用中认为该数学模型为线性，各输入量相互独立。则流阻系数的相对标准不确定度为：

$$u_{crel}\left(K_R\right) = \begin{bmatrix} u_{rel}^2(D) + u_{rel}^2(P_B) + u_{rel}^2(T_0) + u_{rel}^2(X) + u_{rel}^2(d) + u_{rel}^2(C_{d'}) \\ + u_{rel}^2(C_*) + u_{rel}^2(P_0) + u_{rel}^2(T_B) + \left(\dfrac{2}{k-1}\right)^2 u_{rel}^2(M_1) \end{bmatrix}^{\frac{1}{2}} \text{……（46）}$$

其中：

$$X = 3P_{tapB} - 2P_{tapC} - P_{tapA} \text{………………………………………（47）}$$

$$u_{rel}^2(X) = \frac{u^2(X)}{X^2} = \frac{3u^2\left(P_{tapB}\right) - 2u^2\left(P_{tapC}\right) - u^2\left(P_{tapA}\right)}{\left(3P_{tapB} - 2P_{tapC} - P_{tapA}\right)^2} \text{…（48）}$$

式中：

$u_{rel}(D)$，$u_{rel}(d)$，$u_{rel}(T_0)$，$u_{rel}(T_B)$，$u_{rel}(P_0)$，$u_{rel}(P_B)$，$u(P_{tapA})$，$u(P_{tapB})$，$u(P_{tapC})$，

$u_{rel}(C_{d'})$，$u_{rel}(C_*)$，$u_{rel}(M_1)$——各输入量的相对不确定度。

8.3.3　流阻系数的相对扩展不确定度为：

$$U_{crel}\left(K_R\right) = k \cdot u_{crel}\left(K_R\right) \text{……………………………………………（49）}$$

式中：

$k$——包含因子，取 $k=2$。

# 附录 A
（资料性附录）
试验记录及试验结果表

表 A.1　爆破试验记录项目表

(1)　试验编号：
(2)　试验日期：
(3)　制造厂名称：

受试爆破片数据

(4)　夹持器最小通道直径（$d_b$），单位为毫米（mm）：
(5)　最小净流通面积（a），单位为平方毫米（$mm^2$）：

记录的数据及计算的结果

(6)　标定爆破压力 （$P_{set}$），单位为兆帕（MPa）：
(7)　爆破压力（P），单位为兆帕（MPa）：
(8)　环境温度（$T_C$），单位为摄氏度（℃）：
(9)　爆破温度（$T_B$），单位为摄氏度（℃）：

表 A.2　用水进行泄放量试验（水称重法）记录项目表

(1)　试验编号：
(2)　试验日期：
(3)　制造厂名称：

受试爆破片数据

(4)　夹持器最小通道直径（db），　单位为毫米（mm）：
(5)　最小净流通面积（a），单位为平方毫米（$mm^2$ ）：

记录的数据及计算的结果

(6)　试验时段（t），单位为分钟（min）：
(7)　水的质量（W），单位为千克（kg）：
(8)　水的泄漏率（$W_{v1}$），单位为千克每小时（kg/h）：
(9)　标定爆破压力　（$P_{set}$），单位为兆帕（MPa　）：
(10)　爆破压力（P），单位为兆帕（MPa　）：
(11)　环境温度（T），单位为摄氏度（℃）：
(12)　水的温度（T），单位为摄氏度（℃）：
(13)　流量计进口试验介质的密度（$\rho$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：
(14)　进口状况下水的密度（$\rho_{act}$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：
(15)　标准状态下水的密度（$\rho_{ref}$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：
(16)　实测试验介质流量（$q_m$），单位为千克每小时（kg/h）：
(17)　换算到标准状态的水的流量（$q_h$），单位为千克每小时（kg/h）：
(18)　在标准状态下水的容积流量（$q_v$），单位为立方米每小时（$m^3/h$）：

表 A.3 用液体进行泄放量试验（亚音速流量计法）记录项目表

(1) 试验编号：

(2) 试验日期：

(3) 制造厂名称：

受试爆破片数据

(4) 夹持器最小通道直径（$d_b$），单位为毫米（mm）：

(5) 最小净流通面积（a），单位为平方毫米（$mm^2$ ）：

流量计有关计算

(6) 流量计接管内径（D），单位为毫米（mm）：

(7) 流量计孔口直径（d），单位为毫米（mm）：

(8) β 比（β=d/D）：

(9) 流量计进口进口温度（$T_m$），单位为摄氏度（℃）：

(10) 流量计差压力（ΔP），单位为兆帕（MPa）：

(11) 大气压（$P_b$），单位为兆帕（MPa）：

(12) 流量计处绝对压力（$P_m$），单位为兆帕（MPa）：

(13) 试算流出系数（$C_l$）

(14) 流量计进口流体密度 $\rho_m$，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：

(15) 试算流量（$q_l$），单位为千克每秒（kg/s）：

(16) 粘度（ $\mu$ ），单位为帕秒（Pa·s）：

(17) 喉部雷诺数（$R_d$）：

(18) 流量系数（C）：

(19) 测量流量（$q_m$），单位为千克每秒（kg/s）：

记录的数据及计算的结果

(20) 爆破压力 （$P_{set}$），单位为兆帕（MPa）：

(21) 进口状况下水的密度（ $\rho_{act}$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：

(22) 标准状态下水的密度（ $\rho_{ref}$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：

(23) 调整到标准状态的水的流量（$q_h$），单位为千克每秒（kg/s）：

(24) 在标准状态下水的容积流量（qv），单位为立方米每小时（$m^3/h$）：

表 A.4　用空气或其它气体进行泄放量试验（亚音速流量计法）记录项目表

(1)　试验编号：
(2)　试验日期：
(3)　制造厂名称：
(4)　试验介质：
(5)　试验介质密度（基点状况）（$S_g$）：
(6)　比热比（k）：
(7)　气体的摩尔质量（M）：

受试爆破片尺寸数据

(8)　夹持器最小通道直径（$d_b$），单位为毫米（mm）：
(9)　最小净流通面积（a），单位为平方毫米（$mm^2$）：

流量计有关计算

(10)　流量计接管内径（D），单位为毫米（mm）：
(11)　流量计孔口直径（d），单位为毫米（mm）：
(12)　β 比（β=d/D）：
(13)　试算流出系数（$C_l$）：
(14)　流量计差压力（ΔP），单位为兆帕（MPa）：
(15)　大气压（$P_b$），单位为兆帕（MPa）：
(16)　流量计处绝对压力（$P_m$），单位为兆帕（MPa）：
(17)　流量计处液体温度（$T_m$），单位为摄氏度（℃）：
(18)　可膨胀性系数（ε）
(19)　流量计进口流体密度 $\rho_m$，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：
(20)　试算试验介质质量流量（$q_l$），单位为千克每秒（kg/s）：
(21)　粘度（$\mu$），单位为帕秒（Pa·s）：
(22)　喉部雷诺数（$R_d$）：
(23)　流出系数（C）：

记录的数据及计算的结果

(24)　实测试验介质质量流量（$q_m$），单位为千克每秒（kg/s）：
(25)　在标准状态下干燥空气的密度（$\rho_a$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：
(26)　标准状态下试验介质的密度（$\rho_B$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：
(27)　标准状态下体积流量（$q_v$），单位为立方米每分钟（$m^3/min$）：

**表 A.5　气体介质文丘里喷嘴法泄放量试验记录项目表**

(1)　试验编号：
(2)　试验日期：
(3)　制造厂名称：
(4)　试验介质：
(5)　密度（标准状态）（$S_g$）：
(6)　比热比（k）：
(7)　气体的摩尔量（M）：

**受试爆破片数据**

(8)　夹持器最小通道直径（$d_b$），单位为毫米（mm）：
(9)　最小净流通面积（a），单位为平方毫米（$mm^2$）：

**流量计有关计算**

(10)　流量计接管内径（D），单位为毫米（mm）：
(11)　流量计孔口直径（d），单位为毫米（mm）：
(12)　β 比（β=d/D）：
(13)　文丘里喷嘴喉部的横截面积（A），单位为平方米（$m^2$）：
(14)　试算流量系数（$C_l$）：
(15)　流量计差压力（ΔP），单位为兆帕（MPa）：
(16)　大气压（$P_b$），单位为兆帕（MPa）：
(17)　流量计处绝对压力（$P_m$），单位为兆帕（MPa）：
(18)　流量计处液体温度（$T_m$），单位为摄氏度（℃）：
(19)　介质膨胀系数（Y）：
(20)　热膨胀面积系数（$F_a$）：
(21)　流量计处压缩系数（Z）：
(22)　流量计进口流体密度 $\rho_m$，单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：
(23)　试用流量（$W_r$），单位为千克每小时（kg/h）：
(24)　粘度（$\mu$），单位为帕秒（Pa·s）：
(25)　喉部雷诺数（$R_e$）：
(26)　流量系数（K）：
(27)　标准状态下的绝对压力（$P_B$），单位为兆帕（MPa）：
(28)　标准状态下的绝对温度（$T_B$），单位为开尔文（K）：
(29)　标准状态下的压缩系数（$Z_B$）：
(30)　标准状态下的流体密度（$\rho_B$），单位为千克每立方米（$kg/m^3$）：
(31)　标准状态下的体积流量（$q_b$），单位为立方米每分钟（$m^3/min$）：

**记录的数据及计算的结果**

(32)　爆破压力　（$P_{set}$），单位为兆帕（MPa）：
(33)　泄放压力（$P_f$），单位为兆帕（MPa）：

(34) 进口温度（绝）（$T_v$），单位为开尔文（K）：

表 A.5（续）

(35) 进口基准温度（绝）（$T_r$），单位为开尔文（K）：
(36) 进口温度校正系数（C）：
(37) 在标准进口温度下的流量（$q_r$），单位为立方米每分钟（$m^3$/min）：
(38) 文丘里喷嘴喉部的横截面积，单位为平方米（$m^2$ ）：
(39) 流量出数 ：
(40) 实际气体一维流的临界流函数 ：
(41) 喷嘴入口处气体的绝对滞止压力，单位为兆帕（MPa）：
(42) 喷嘴入口处气体的绝对滞止温度，单位为开尔文（K）：
(43) 通用气体常数，单位为焦耳每摩尔每开尔文（kJ/kmol·K ）：
(44) 气体的摩尔质量，单位为千克每摩尔（kg/kmol）：
(45) 爆破片的泄放压力，单位为兆帕（MPa）：
(46) 标准状态下试验介质的密度，单位为千克每立方米（kg/$m^3$ ）：
(47) 标准状态下干空气的密度，单位为千克每立方米（kg/$m^3$ ）：
(48) 实测试验介质质量流量，单位为千克每秒（kg/s） ：
(49) 标准状态下的体积流量，单位为立方米每秒（$m^3$/s ）：
(50) 试验介质比重：

表 A.6　用临界流文丘里喷嘴的流量测量法的流阻系数试验记录项目表

(1)　试验编号：
(2)　试验日期：
(3)　制造厂名称：
(4)　比热比（k）：
(5)　气体的摩尔质量（M）：
(6)　测量流量（W），单位为千克每秒（kg/s）：
(7)　试验容器内的绝对压力（$P_B$），单位为兆帕（MPa）：
(8)　试验容器内的绝对温度（$T_B$），单位为开尔文（K）：
(9)　试验管路内径（D），单位为米（m）：
(10)　取压口 A 和 B 间的管道长度（$L_{A-B}$），单位为米（m）：
(11)　取压口 B 和 C 间的管道长度（$L_{B-C}$），单位为米（m）：
(12)　取压口 C 和 D 间的管道长度（$L_{C-D}$），单位为米（m）：
(13)　取压口 A 处绝对压力（$P_{tapA}$），单位为兆帕（MPa）：
(14)　取压口 B 处绝对压力（$P_{tapB}$），单位为兆帕（MPa）：
(15)　取压口 C 处绝对压力（$P_{tapC}$），单位为兆帕（MPa）：
(16)　取压口 D 处绝对压力（$P_{tapD}$），单位为兆帕（MPa）：
(17)　单位面积质量流量（G），单位为千克每平方米每秒（$kg/m^2 \cdot s$）：

阻力系数（$K_R$）计算

(18)　管道入口处马赫数（$M_1$）：
(19)　管道入口处的膨胀系数（$Y_1$）：
(20)　管道入口处绝对压力（$P_1$），单位为兆帕（MPa）：
(21)　管道入口处绝对温度（$T_1$），单位为开尔文（K）：
(22)　在取压口处的绝对温度（$T_{tap}$），单位为开尔文（K）：
(23)　在取压口处的音速（$C_{tap}$），单位为米每秒（m/s）：
(24)　在取压口处的比容（$v_{tap}$），单位为立方米每千克（$m^3/kg$）：
(25)　在取压口处的马赫数（$M_{tap}$）：
(26)　在取压口处的膨胀系数（$Y_{tap}$）：
(27)　至取压口的总阻力系数（$K_{tap}$）：
(28)　取压口 A 和 B 间的阻力系数（$K_{A-B}$）：
(29)　取压口 B 和 C 间的阻力系数（$K_{B-C}$）：
(30)　取压口 C 和 D 间的阻力系数（$K_{C-D}$）：
(31)　摩擦系数（$f$）：
(32)　空气在 $P_B$ 和 $T_0$ 下的粘度（$\mu$），单位为帕秒（Pa·s ）：
(33)　雷诺数（$R_e$）：
(34)　管道的计算粗糙度（E），单位为毫米（mm）：
(35)　取压口 B 和 C 间管子的阻力系数（$K_{pipeB-C}$）：

(36)　受试爆破片的阻力系数（$K_R$）：

表 A.7　疲劳试验记录项目表

(1)　试验编号：

(2)　试验日期：

(3)　制造厂名称：

受试爆破片数据

(4)　夹持器最小通道直径（db），单位为毫米（mm）：

(5)　最小净流通面积（a），单位为平方毫米（mm2 ）：

记录的数据及计算的结果

(6)　爆破片操作压力 （$P_{set}$），单位为兆帕（MPa ）：

(7)　实际试验压力（P），单位为兆帕（MPa ）：

(8)　试验频率（F），单位为次每分钟（次/min）：

(9)　环境温度（t），单位为摄氏度（℃）：

## 附录 B
（资料性附录）
试验报告

### 表 B.1　爆破片型式试验报告

基本资料

（1）　试验编号：
（2）　试验日期：
（3）　试验地点：
（4）　制造厂名称及地址：
（5）　爆破片型式、型号：
（6）　爆破片批号、编号及完整标识：
（7）　连接形式（公称通径、法兰规格、压力级别、预紧力等）：
（8）　标定爆破压力及允差，单位为兆帕（MPa）：
（9）　最小净流通面积，单位为平方毫米（$mm^2$ ）(爆破片安全装置设计制造单位提供) ：
（10）试验目的：
（11）试验介质：
（12）密度（标准状态），单位为千克每立方米（$kg/m^3$ ）：
（13）比热比：
（14）分子量：
（15）参试人员：

试验结果汇总

（16）爆破压力，单位为兆帕（MPa ）
（17）泄放量，单位为千克每小时（kg/h）
（18）阻力系数：
（19）疲劳试验结果：

其它

（20）试验装置：
（21）技术资料审查：
（22）压力和温度曲线：
（23）相关评述：

试验结论

（24）试验结论及说明：

试验人员（签名）　　　　　　　　　　日期
审核人员（签名）　　　　　　　　　　日期